

Óptica: Teorías sobre la Luz, en el «Año Internacional de la Luz 2015»

Augusto Beléndez Vázquez

Física para tod@s (06/01/2015)

<https://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/01/optica-teorias-sobre-la-luz/>

En la antigua Grecia se consideraba a la luz como una emisión de los cuerpos luminosos, aunque había cierta confusión sobre si el rayo de luz partía del ojo o del cuerpo iluminado. Con Euclides y otros autores griegos se formaliza y aplica la geometría a las leyes de la óptica, independientemente de sus ideas sobre la naturaleza de la luz. Durante la Edad Media, en Occidente se recibe el legado de la óptica de la antigua Grecia y de los autores árabes, el más importante de ellos Alhazen, mientras que con los autores modernos se divide la consideración de la naturaleza de la luz en dos corrientes: ondulatoria y corpuscular.

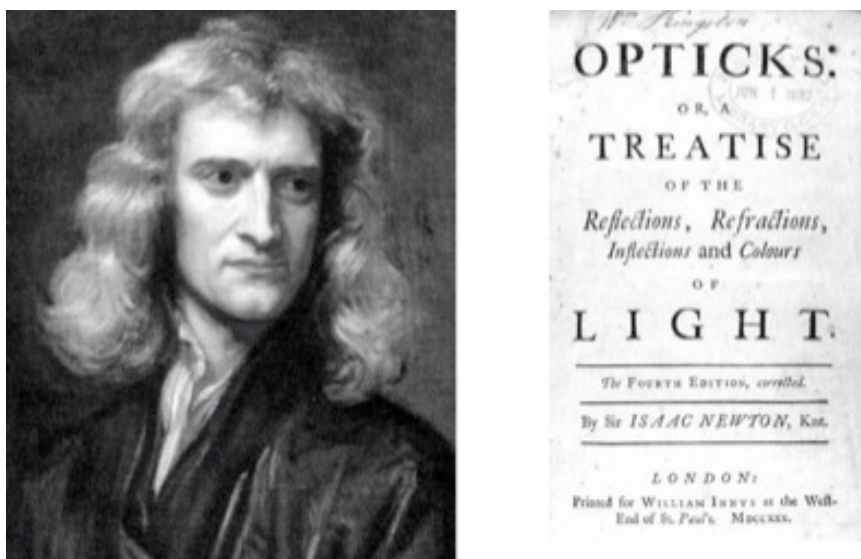
Ibn al-Haytam (Alhazen) realizó numerosas e importantes contribuciones en matemáticas, anatomía, medicina, astronomía y física. Escribió el “Libro de la Óptica” hace mil años, que es uno de los hitos históricos que se conmemoran en el “Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz”. Este libro es considerado uno de los textos más influyentes en la historia de la física. Por primera vez utilizó procedimientos del método científico para demostrar la propagación rectilínea de la luz. Estudió la reflexión, la refracción y la dispersión en colores, y realizó varios experimentos con dioptrios y espejos.



Ibn al-Haytam, conocido en occidente como Alhazen (965-1039).

En la defensa de la naturaleza ondulatoria de la luz destacan figuras como René Descartes (1596-1650), Christian Huygens (1629-1695) y Robert Hooke (1635-1703) que consideran la luz como un fenómeno ondulatorio semejante al sonido. Todas las

ondas conocidas hasta entonces eran ondas mecánicas y necesitaban, por tanto, de un medio material para su propagación. Como la luz atraviesa el vacío, el medio en el que se propagan las ondas luminosas no puede ser el aire, como en el caso del sonido, sino que se postuló un medio más sutil, el éter, cuyas vibraciones constituyen la luz. En la defensa de la naturaleza corpuscular de la luz destaca fundamentalmente Isaac Newton (1643-1727) que considera la luz formada por partículas luminosas emitidas por los cuerpos. Desde los tiempos de Newton hasta los primeros años del siglo XIX, la teoría corpuscular de la luz gozó del favor de la mayor parte de los físicos, fundamentalmente por la autoridad de Newton. De hecho, y como se señala en el libro de Eugene Hecht “Óptica”, el gran peso que tenía su opinión cayó como una losa sobre la teoría ondulatoria durante el siglo XVIII, aplastando a sus partidarios.



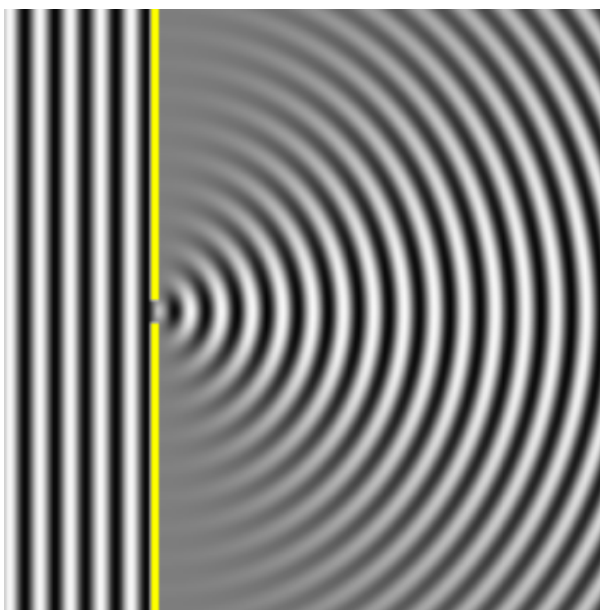
Isaac Newton y su libro “Opticks”.

La naturaleza ondulatoria de la luz, demostrada de forma convincente hacia 1801 por un médico inglés llamado Thomas Young (1773-1829) con uno de los “experimentos más bellos de la física”, el de la doble rendija. Paradójicamente, Young era mucho más popular por descifrar los jeroglíficos egipcios de la piedra Rosetta que por desentrañar la naturaleza de la luz. Su mente independiente y tenaz le ayudó a probar la naturaleza ondulatoria de la luz en contraposición a la naturaleza corpuscular. Entre 1801 y 1803 Young presentó unos artículos ante la Royal Society exaltando la teoría ondulatoria de la luz y añadiendo a ella un nuevo concepto fundamental, el llamado principio de interferencia. Cuando se superponen las ondas provenientes de dos fuentes luminosas puntuales, sobre una pantalla colocada paralela a la línea de unión de los dos orificios, se producen franjas claras y oscuras regularmente espaciadas. Éste es el primer experimento en el que se demuestra que la superposición de luz puede producir oscuridad. Este fenómeno se conoce como interferencia y con este experimento se corroboraron las ideas intuitivas de Huygens respecto al carácter ondulatorio de la luz.

Ettiene Louis Malus (1775-1812), ingeniero militar de Napoleón, descubrió en 1808 el fenómeno de la polarización de la luz. Observó que, mirando a través de un cristal de espato de Islandia, la luz procedente de la reflexión en una ventana no producía la doble refracción (birrefringencia) típica de este material y girando el cristal en ciertas

posiciones la luz disminuía. Sin embargo, Malus intentó explicar este fenómeno desde el punto de vista de la teoría corpuscular de la luz que seguía manteniendo.

Del mismo modo que Young es el responsable del resurgimiento de la teoría ondulatoria de la luz en Inglaterra gracias a sus experimentos sobre interferencias con ondas luminosas, Augustin Jean Fresnel (1778-1827) comenzó a revivir de manera brillante la teoría ondulatoria en Francia, ajeno en un principio a los esfuerzos realizados por Young varios años antes. Fresnel sintetizó los conceptos de la teoría ondulatoria de Huygens y el principio de interferencia y analizó el fenómeno de la difracción, característico del movimiento ondulatorio, que se presenta cuando una onda es distorsionada por un obstáculo. Éste puede ser una pantalla con una pequeña abertura, una ranura que sólo permite el paso de una pequeña fracción de la onda incidente o un objeto pequeño que bloquea el paso de una parte del frente de onda.



Difracción de una onda plana cuando el ancho de la ranura es igual a la longitud de onda. Fuente: Wikipedia.

En realidad no hay distinción física significativa entre interferencia y difracción, pero es algo común, aunque no siempre apropiado, hablar de interferencia cuando se analiza la superposición de solamente unas pocas ondas y de difracción cuando se trata de un gran número de ondas. A pesar de ello, es habitual referirse, por ejemplo, a la interferencia de haces múltiples en un contexto y a la difracción por una red en otro. El principio de Huygens-Fresnel permite calcular los patrones de difracción generados por obstáculos y aberturas y explicar de forma satisfactoria la propagación rectilínea en medios homogéneos, eliminando así la objeción principal de Newton para la teoría ondulatoria. Puede decirse que este principio lleva a la siguiente conclusión: “la luz se difracta y la interferencia está en el corazón del proceso”. Fresnel también estudió el fenómeno de la polarización, comprobando que dos luces cuyas polarizaciones son perpendiculares no interfieren, por lo que concluyó que la luz era una onda transversal. Al tratarse la luz de una onda transversal, el éter no podía ser un fluido sino que tendría que tener las propiedades de un sólido elástico de elevada rigidez. Esta idea parecía contraponerse a la de su enorme sutileza, que permite a todos los cuerpos moverse a través de él. De esta forma el éter luminoso presentaba propiedades físicas contradictorias.

A mediados del siglo XIX Armand Fizeau (1819-1869) y Jean Bernard Foucault (1819-1868), midieron la velocidad de la luz en dos medios distintos, aire y agua, demostrando que en aire es mayor que en agua, en contra de lo que se deducía de la corpuscular de Newton. Foucault obtuvo en 1862 una de las primeras determinaciones de gran exactitud de la velocidad de la luz utilizando un aparato formado por espejos en rotación. Poco a poco, los argumentos a favor de la teoría ondulatoria de la luz terminaron por lograr su aceptación universal.

BIBLIOGRAFÍA

A. Udías, Historia de la Física: De Arquímedes a Einstein. Editorial Síntesis. Madrid, 2004.

R. P. Crease, El prisma y el péndulo: Los diez experimentos más bellos de la ciencia (Ed. Crítica, Barcelona, 2009).

M. Lozano Leyva, De Arquímedes a Einstein. Los diez experimentos más bellos de la física (Ed. Debate, Barcelona, 2005). (Este libro está disponible en la Biblioteca Politécnica, Óptica y Enfermería de la Universidad de Alicante)

J. Ordóñez, V. Navarro y J. M. Sánchez Ron, Historia de la Ciencia. Editorial Espasa-Calpe. Madrid, 2007.

E. Hecht, Óptica, 3ª edición. Addison-Wesley Iberoamericana. Madrid, 2000.



Augusto Beléndez Vázquez (2015)

